

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 682 830

⑫ N° d'enregistrement national :

91 12911

⑬ Int Cl<sup>5</sup> : H 02 M 9/04, H 05 G 1/10

⑭

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 18.10.91.

⑯ Priorité :

⑰ Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 23.04.93 Bulletin 93/16.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑲ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑴ Demandeur(s) : *Société Anonyme dite: GENERAL  
ELECTRIC CGR (S.A.) — FR.*

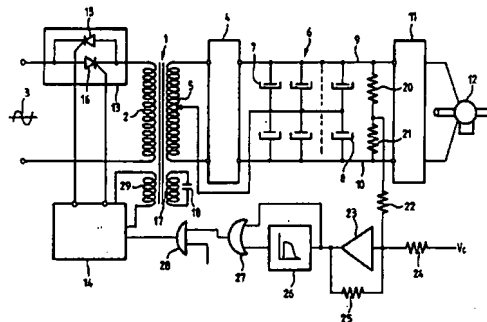
⑵ Inventeur(s) : Obadia Jean-Michel et Encellaz Robert.

⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire : Cabinet Ballot-Schmit.

⑸ Dispositif de chargement électrique d'un banc capacitif.

⑹ On réalise un dispositif de chargement électrique d'un banc capacitif en utilisant d'une part, un transformateur à fuite, dit à fer saturé, parce que l'inductance de fuite de ce transformateur permet de limiter le courant d'appel de charge du banc capacitif, lorsque le banc capacitif a été déchargé. On montre que l'utilisation d'un tel transformateur permet d'éviter l'utilisation d'une inductance série coûteuse et encombrante. Par ailleurs pour obtenir une reproductibilité et une limitation parfaite de la modulation de la haute tension disponible sur le banc capacitif, on utilise un relais statique synchrone piloté par un circuit de pilotage assurant par ailleurs une fonction de régulation de la tension disponible sur le banc. On montre que l'utilisation de ce relais statique permet de réduire le nombre de condensateurs nécessaires pour satisfaire à des conditions d'ondulation réduite.



FR 2 682 830 - A1



1

## DISPOSITIF DE CHARGEMENT ELECTRIQUE D'UN BANC CAPACITIF

La présente invention a pour objet un dispositif de chargement électrique d'un banc capacitif particulièrement utilisable dans le domaine médical pour alimenter un mobile radiologique.

5 Les mobiles radiologiques sont essentiellement des sources de rayons X déplaçables sur le sol au moyen d'un chariot. Ces sources de rayons X sont constituées par des tubes à rayons X. Pour de tel tubes il faut disposer entre autres d'une haute tension électrique fournie par  
10 un générateur au moment de l'émission. Un mobile radiologique doit être utilisable à la demande n'importe où. Ceci entraîne qu'une alimentation électrique d'un tel mobile est, normalement, une alimentation avec liaison au secteur électrique monophasé. Le mobile  
15 radiologique est ainsi amené dans une chambre où un patient souvent grabataire ou intransportable doit subir un examen radiographique. Là, il est branché sur une prise électrique disponible sur un des murs de la chambre.

20 Dès que cette connexion est faite, on met en charge un banc capacitif de manière à stocker une forte énergie électrique. Au moment où on effectue la prise d'un cliché radiographique, on utilise la tension délivrée par le banc capacitif pour alimenter en haute tension le  
25 tube à rayons X. Dans la pratique, on sait ainsi disposer, sous 80 KV, d'environ 50 mAs ce qui permet de faire un cliché dans de bonnes conditions. En effet, cette énergie correspond à environ 8500 joules prélevés sur le secteur et compte-tenu de la très courte durée de  
30 la prise de cliché (300ms), il serait impensable de

vouloir soutirer l'énergie électrique à partir du réseau monophasé. De fait, les prises de courant généralement disponibles dans les chambres sont des prises de courant de type domestique. Leur puissance disponible est en  
5 général limitée à 6 kilowatts alors qu'il faut au minimum 20 kilowatts pour faire fonctionner les générateurs de rayons X.

En quelque sorte le banc capacitif sert alors de ballast d'énergie. L'énergie stockée sous la tension  
10 nominale du banc est transformée au moyen d'un convertisseur, pendant la durée du cliché lui-même, en une haute tension d'alimentation. Lorsque le cliché est terminé, dans les cas les plus exigeants, il arrive que la tension aux bornes du banc capacitif est réduite des  
15 trois quarts : il ne reste plus que 10 à 15% d'énergie dans le banc capacitif. Avant de pouvoir procéder à la prise d'un autre cliché on recharge donc le banc capacitif. Cette recharge est relativement lente. Elle dure par exemple 30 secondes.

20 L'équipement nécessaire pour réaliser ces fonctions comporte donc un cordon relié d'une part sur le secteur monophasé et d'autre part au primaire d'un transformateur élévateur de tension. Le secondaire du transformateur est relié à un redresseur qui débite dans  
25 le banc capacitif. Sur le plan pratique on peut assimiler celui-ci à un condensateur unique. La tension délivrée par ce condensateur alimente elle-même un convertisseur qui transforme la haute tension continue stockée en une très haute tension d'attaque du tube à  
30 rayons X.

Le problème essentiel qui se présente est donc celui de la charge du condensateur au moment où l'on branche l'alimentation sur le secteur, ou mieux, au moment où on commute cette alimentation sur le primaire

du transformateur. En effet, le condensateur étant à ce moment déchargé, il se comporte vis à vis du redresseur comme un véritable court-circuit. En conséquence, le courant d'appel est très grand. Compte-tenu de ce que  
5 l'énergie chargée (8500 joules par exemple) est grande, la durée pendant laquelle le courant électrique est très important est elle-même grande. On estime en effet que pendant les 15 premières secondes, si on n'y prend pas garde, le courant électrique sera prohibitif à un point  
10 tel même qu'il est susceptible de faire claquer le condensateur. Si ce n'est pas le cas on risque tout simplement, avec l'appel de courant, de faire disjoncter l'installation électrique d'alimentation.

Il est déjà connu dans l'état de la technique de  
15 résoudre ces problèmes en mettant, en série entre le redresseur et la borne de charge du condensateur une impédance : en général une résistance. L'inconvénient présenté par cette résistance est qu'elle est dissipative et qu'elle engendre un échauffement inutile  
20 de l'appareil. Par ailleurs la consommation électrique du mobile est exagérée par rapport aux besoins. Dans une autre solution il est connu de remplacer la résistance par une inductance. Mais cette solution présente des inconvénients du fait que les inductances sont des  
25 composants chers et, par ailleurs, pour que celle-ci soit efficace elle est en général encombrante.

L'invention a pour objet de remédier aux inconvénients cités en proposant une architecture de l'alimentation du banc capacitif différente.  
30 Premièrement, dans son principe on met en place un circuit logique qui va agir, d'une manière synchrone avec la fréquence d'alimentation du secteur électrique, pour ne laisser passer qu'un nombre limité d'alternances de charge. De cette manière on réduit temporellement la

durée de conduction du circuit afin de réduire en moyenne, au moins au démarrage, le courant de charge. De plus, pour éviter de devoir ajouter une inductance on décide de réduire le rendement du transformateur. Ce  
5 rendement n'est plus de un. Il est inférieur. Il est par exemple de 85%. On utilise ainsi un transformateur à fuites. La fuite magnétique joue un rôle similaire à celui de l'impédance rajoutée dans le circuit, mais par contre, elle permet de gagner de la place, de réduire le  
10 coût et de mieux maîtriser la régulation.

L'invention a donc pour objet un dispositif de chargement électrique d'un banc capacitif d'un mobile radiologique, ce dispositif comportant un transformateur relié par son primaire au secteur électrique monophasé,  
15 un redresseur connecté au secondaire du transformateur, au moins un condensateur délivrant, quand ils est chargé, une haute tension correspondant à une charge électrique accumulée, caractérisé en ce qu'il comporte un relais statique synchrone interposé entre ce secteur  
20 et ce condensateur pour que ce transformateur ne délivre une charge électrique au condensateur qu'au rythme d'un pilotage de ce relais, et un circuit de pilotage du relais assurant par ailleurs une fonction de régulation.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui  
25 l'accompagnent. Celles-ci ne sont données qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

- figure 1 : une représentation schématique du  
30 dispositif de chargement selon l'invention ;
- figures 2a à 2e : des diagrammes temporels de signaux électriques mis en oeuvre dans un circuit de l'invention.

La figure 1 montre un dispositif de chargement

électrique d'un banc capacitif d'un mobile radiologique. Ce dispositif comporte un transformateur 1 dont le primaire 2 est relié au secteur électrique monophasé 3. Un redresseur 4 est connecté sur les bornes du  
5 secondaire 5 du transformateur 1 d'une part, et est relié à un banc capacitif 6 comportant ici un ensemble de condensateurs en parallèle et en série. Les condensateurs comportent deux groupes de condensateurs montés en parallèles, les groupes 7 et 8. Dans un  
10 exemple, chaque groupe comporte six condensateurs au papier dont la capacité de chacun est de 11000 microfarads. Chaque groupe a donc une capacité égale à 66 millifarads. Les deux groupes de condensateurs en parallèle sont mis en série l'un avec l'autre de telle  
15 façon que les bornes 9 et 10 de cet ensemble présentent une capacité entre elles de 33 millifarads. Mettre les condensateurs en série revient à pouvoir utiliser des condensateurs dont la tension nominale peut être de moitié par rapport à la tension d'utilisation  $V_{capa}$   
20 qu'ils devraient avoir si chacun d'eux était connecté en parallèle sur la sortie. Dans un exemple, la tension disponible entre les bornes 9 et 10 vaut 720 volts, les condensateurs étant des condensateurs de tension nominale 360 volts. Ce montage doit bien entendu être  
25 adapté si la valeur de l'énergie stockable doit être différente. Dans un exemple, le redresseur 4 est un pont de diodes de type Graetz. Aux bornes 9 et 10 du banc capacitif est relié un convertisseur tension-tension 11 qui alimente un tube à rayons X 12 en très haute  
30 tension.

Une des caractéristiques essentielle de l'invention concerne le fait que ce banc capacitif est alimenté par l'intermédiaire d'un relais statique synchrone 13 piloté par un circuit de pilotage 14 assurant par ailleurs une

fonction de régulation de la tension de charge du banc capacitif. Le relais statique 13 comporte essentiellement un triac constitué de deux thyristors 15 et 16 montés tête-bêche et déclenché en opposition de phase. Les conditions de commutation du relais statique 13 sont les suivantes : il est amorcé au moment du passage à zéro de la tension secteur aux bornes du module de puissance (Le secondaire du transformateur). Il est par ailleurs bloqué au moment du passage à zéro du courant direct dans le module de puissance.

Selon une autre caractéristique importante de l'invention le transformateur 1 est un transformateur à fuites magnétiques dit encore transformateur à fer saturé. Il comporte essentiellement un enroulement secondaire 17 constituant, avec un condensateur 18, un circuit résonnant de ce transformateur. En conséquence le  $\cos\phi$  de ce transformateur n'est pas égal à 1. Dans la pratique il est sensiblement égal à 0,7. Ceci explique que les conditions de blocage du relais statique synchrone ne sont pas celles habituelles. Le rôle de l'enroulement de fuite 17 est similaire à celui d'une inductance qui aurait été rajoutée en série entre une des sorties du redresseur 4 et une des bornes 9, ou 10, du banc capacitif.

Un des avantages particulier supplémentaire lié à l'utilisation d'un transformateur à fuites magnétiques est le suivant. On s'aperçoit que si la tension au primaire varie dans des proportions notables, par exemple de l'ordre de 10%, la tension secondaire, elle, ne varie que de 1%. Ceci est tout à fait favorable à l'utilisation de condensateurs à la limite de leur tension nominale de claquage, sans avoir à craindre au moment d'une surtension le claquage de ces condensateurs. En définitive, pour une utilisation

donnée les condensateurs sont ainsi moins chers.

Le circuit de régulation comporte un pont diviseur de résistance 20, 21 connecté par exemple entre les sorties 9 et 10 du banc capacitif. Il peut autrement  
5 être connecté entre une des sorties de ce banc et le point milieu de ce banc. Le point milieu des groupes 7 et 8 de condensateurs est lui-même connecté au point milieu du secondaire 5 du transformateur 1. La tension prélevée sur le pont diviseur de résistance 20-21 est  
10 appliquée par l'intermédiaire d'une résistance 22 sur l'entrée d'un amplificateur à grand gain 23. Une tension de consigne  $V_c$  est appliquée par l'intermédiaire d'une résistance 24 également sur l'entrée de l'amplificateur 23. La sortie de l'amplificateur 23 est rebouclée par  
15 une résistance 25 sur son entrée. Les résistances 22 et 24 sont sensiblement égales entre elles et 500 fois plus faibles que la résistance 25. La tension acheminée par la résistance 22 correspond à la tension disponible entre les bornes 9 et 10.

20 Ce circuit permet de comparer la tension du banc à la tension  $V_c$ . Tel qu'il est monté le circuit 22-25 constitue un comparateur à hystérésis. Son fonctionnement sera expliqué plus loin. Lorsque la tension mesurée par le pont 20-21 devient inférieure à  
25 la tension  $V_c$ , le comparateur bascule et délivre un signal appliqué à un circuit monostable 26. Le signal délivré en réponse par le monostable 26 est transmis comme signal de commande au circuit pilote 14. L'intérêt d'utiliser un circuit monostable 26 est lié au fait  
30 qu'on veut éviter des oscillations sur les sorties 9 et 10. En effet des mises en service trop fréquentes échauffent anormalement le transformateur 1, parce qu'elles provoquent des surintensités de démarrage de ce transformateur. Le transformateur chauffe parce qu'il



5 passe mal le courant d'appel de stockage d'énergie dans ce transformateur après un arrêt de conduction de ce transformateur. Dans la pratique, la durée de forçage imposée par le monostable 26 est de l'ordre d'une

centaine de millisecondes.  
Le signal produit par le monostable 26 est transmis à une porte OU 27 qui reçoit par ailleurs le signal délivré par le comparateur. Le signal sortant de la porte OU 27 est introduit sur une porte ET 28 qui reçoit  
10 sur une autre entrée des signaux logiques de sécurité du système. Lorsque les autres dispositifs de sécurité sont en ordre de marche, ces autres signaux logiques sont à 1. Il en résulte que le signal délivré par le comparateur 23 est transmis comme un signal de commande  
15 au circuit pilote 14. De manière à se synchroniser le circuit pilote reçoit également un signal synchrone de l'alimentation électrique.

Sur la figure 2a, on voit que la tension  $V_{capa}$  oscille entre un seuil bas  $S_b$  et un seuil haut  $S_h$ . Ces  
20 deux seuils sont produits par le comparateur à hystérésis 23-25. Lorsque la tension  $V_{capa}$  devient inférieure au seuil bas le comparateur bascule et le circuit pilote 14 provoque la fermeture du relais statique 13. Le transformateur 1 est alors alimenté.  
25 Dans ce cas, le redresseur 4 charge le banc capacitif 6. De ce fait, la tension  $V_{capa}$  remonte. Quand la tension  $V_{capa}$  atteint le seuil haut  $S_h$  le comparateur 23 bascule à nouveau et la charge s'arrête. Puis le banc se décharge lentement, d'autant plus lentement que les  
30 condensateurs ne sont pas des condensateurs à fuite et qu'ils sont de bonne qualité. Lorsque cette décharge atteint la valeur du seuil bas un nouveau cycle de charge électrique est entrepris.

Les ordres de commande du circuit pilote sont donc

des ordres représentés figure 2b correspondant à la charge. On a représenté, figure 2c, le déclenchement du monostable 26. Dans la pratique, la durée de maintien de ce monostable 26 est calculée pour être inférieure au  
5 temps qu'il faut normalement pour recharger le banc capacitif afin que sa tension remonte de la valeur  $S_b$  à la valeur  $S_h$ .

La figure 2d montre la tension fournie par le secteur électrique 3. Il n'y a aucune raison pour que  
10 l'instant  $t_1$  auquel on décide de déclencher le relais 13 corresponde à une condition d'amorçage de ce relais telle qu'elle est décrite précédemment. En conséquence, l'amorçage proprement dit se fait à l'instant  $t_2$  où la tension du secteur change de phase et où, à l'origine le  
15 courant de charge (nul) est encore en phase avec la tension. Il en va de même, pour la date  $t_3$  de franchissement par la tension  $V_{capa}$  de la valeur de seuil haut  $S_h$  que pour la date  $t_1$ . La coupure se produit alors à un instant  $t_4$  postérieur à cet instant  $t_3$ .

Dans la pratique, les valeurs de seuil haut et bas  
20 présentent un écart de 1,5 pour mille soit, dans un exemple de 2 Volts, par rapport à une valeur moyenne  $S_m$ . Dans un exemple, cette valeur moyenne  $S_m$  vaut 712 volts plus ou moins 1 % de sorte qu'avec un écart de 1%, on ne  
25 dépasse pas la valeur de 720 volts nominale. On a ainsi pu mesurer que si on n'avait pas utilisé cette technique de régulation avec relais statique synchrone il aurait été nécessaire d'utiliser dix huit condensateurs au lieu de douze pour garantir un stockage de 8500 joules dans  
30 toutes les conditions de secteur pour la charge du banc capacitif. On a aussi pu remarquer que, si on n'utilise pas un comparateur à hystérésis mais seulement un circuit monostable, on a quand même une ondulation limitée en valeur relative de la tension du banc

capacitif. Mais l'inconvénient présenté par cette solution est que cette ondulation n'est pas reproductible. Dans un cas, elle peut être inférieure à 2 V, dans un autre cas supérieure à 2 V. En utilisant le comparateur à hystérésis on est sûr d'avoir toujours 2 V ce qui en soit est un bon résultat car cela permet de choisir au mieux les condensateurs. Dans la pratique, la durée de la charge en attente (sans consommation par le tube X) est équivalente à environ cinq périodes d'un signal de secteur à 50 hertz, soit environ 200 millisecondes. Elle est ainsi du double de la durée de maintien du monostable 26 (100 ms).

Donc l'invention consiste essentiellement à résoudre, avec le relais statique synchrone des problèmes de limitation et de reproductibilité de la modulation de la haute tension appliquée sur le banc capacitif. Avec le transformateur à fuite, on cherche à limiter les courants d'appel de la charge du banc capacitif lorsqu'il a été déchargé complètement, ou presque. L'action du relais 13 et du transformateur 1 se combinent par ailleurs bien pour obtenir une régulation automatique en cas de variation de la tension secteur.

## REVENDICATIONS

1 - Dispositif de chargement électrique d'un banc capacitif d'un mobile radiologique, ce dispositif comportant un transformateur relié par son primaire au secteur électrique monophasé, un redresseur connecté au  
5 secondaire du transformateur, au moins un condensateur délivrant, quand il est chargé, une haute tension correspondant à une charge électrique accumulée, caractérisé en ce qu'il comporte un relais statique synchrone interposé entre ce secteur et ce condensateur  
10 pour que ce transformateur ne délivre une charge électrique au condensateur qu'au rythme d'un pilotage de ce relais, et un circuit de pilotage du relais assurant par ailleurs une fonction de régulation.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte un transformateur à  
15 fuite magnétique.

3 - Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux condensateurs en série reliés par leur point milieu à un  
20 point milieu du transformateur à fuite.

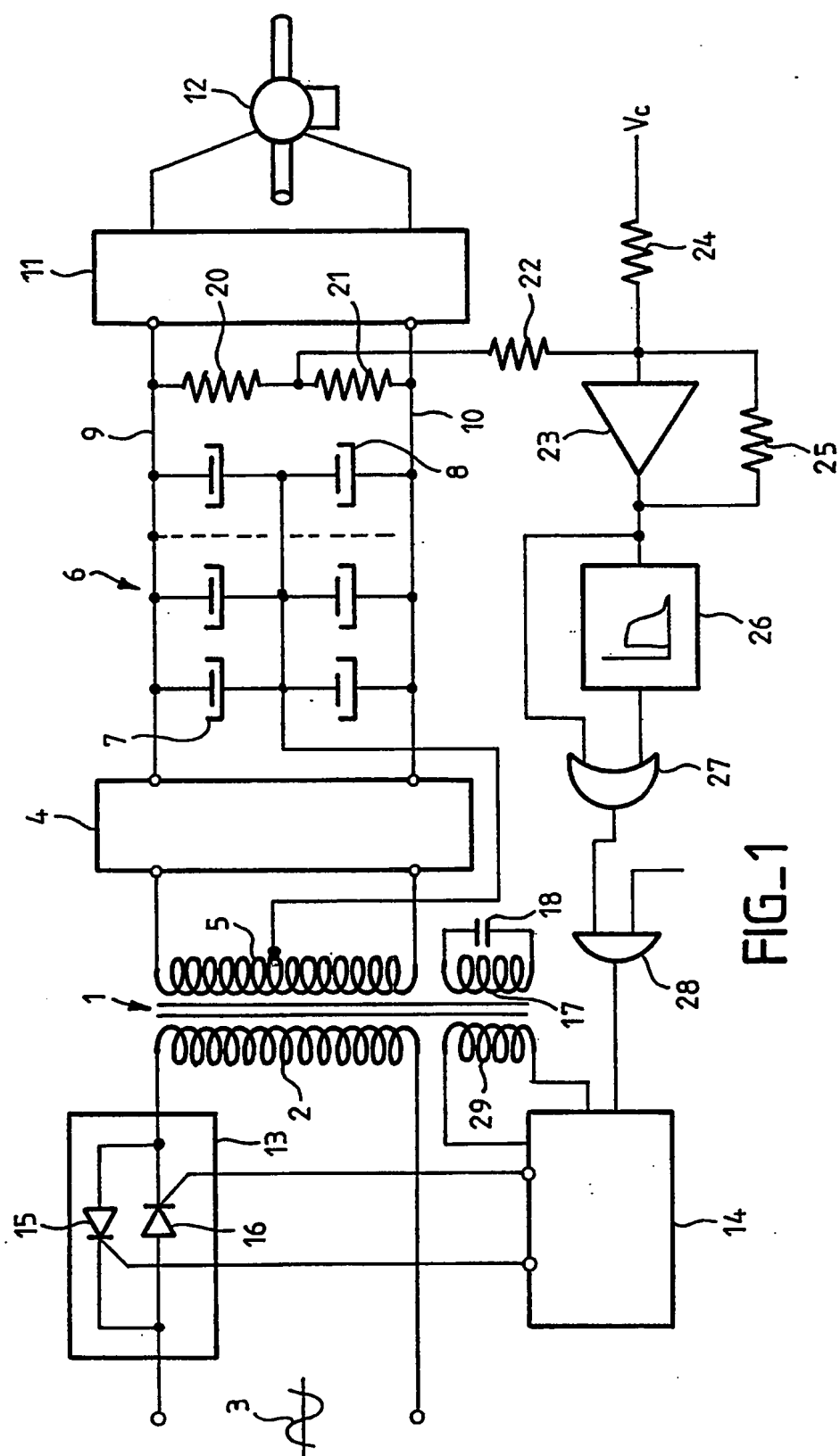
4 - Dispositif selon la revendication 1 à 3, caractérisé en ce que le circuit de pilotage comporte un circuit monostable pour imposer la fermeture du relais pendant une durée minimum égale à la durée de  
25 basculement de ce circuit monostable.

5 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le circuit de pilotage comporte un comparateur à hystérésis comparant une tension correspondant à l'état de charge du condensateur à deux  
30 tensions de référence, respectivement basse et haute,

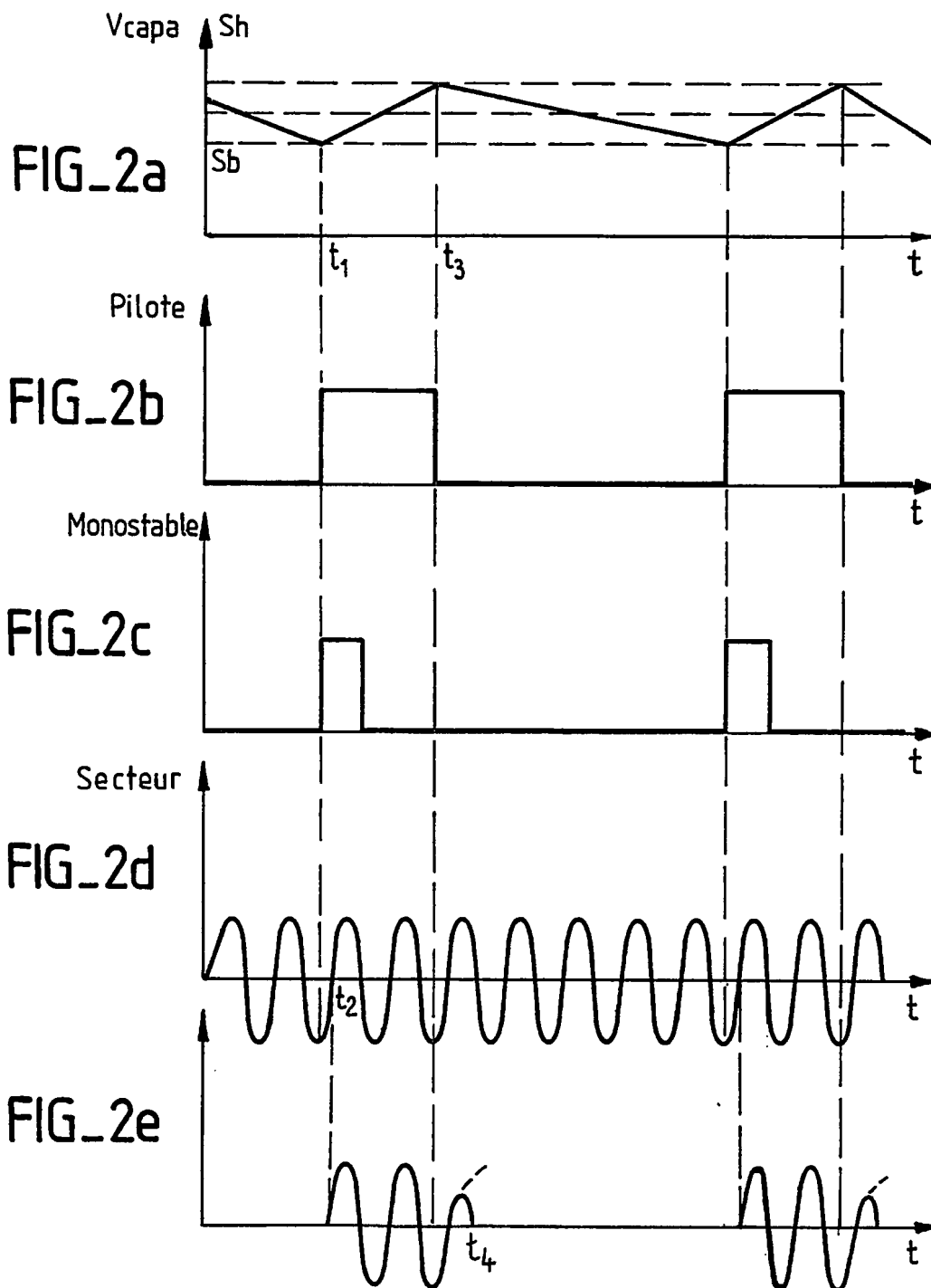
pour forcer la fermeture du relais quand la tension de charge du condensateur devient inférieure à la tension de référence basse et ouvrir le relais quand la tension de charge du condensateur devient supérieure à la  
5 tension de référence haute.

6 - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le comparateur à hystérésis autorise une modulation de 1,5 pour mille de la valeur correspondant à la moyenne des références basse et  
10 haute.

1/2.



2/2



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9112911  
FA 463767

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 4, no. 170 (E-35)(652) 22 Novembre 1980 & JP-A-55 117 898 ( SHIMAZU SEISAKUSHO K.K. ) 10 Septembre 1980	1
Y	* abrégé *	1,2,4,5
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 192 (E-417)(2248) 5 Juillet 1986 & JP-A-61 039 500 ( HITACHI MEDICAL CORP ) 25 Février 1986	1,3
Y	* abrégé *	1,2,4,5
Y	EP-A-0 230 850 (MITSUBISHI JUKOKYO KABUSHIKI KAISHA) 5 Août 1987 * colonne 2, ligne 15 - ligne 18 * * colonne 4, ligne 16 - ligne 42; figure 6 *	1
Y	DE-A-2 020 695 (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) 25 Février 1971	1,4
A	* revendications 1,2,4,5 *	5
Y	DD-A-236 214 (TECHNISCHE HOCHSCHULE "OTTO VON GUERICKE") 28 Mai 1986	2
A	* abrégé *	1
Y	EP-A-0 346 970 (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) 20 Décembre 1989 * colonne 5, ligne 24 - ligne 33; figure 1 *	5
Date d'achèvement de la recherche 19 JUIN 1992		Examinateur BOURBON R.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		